

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年10月29日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-314197

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-314197 ]

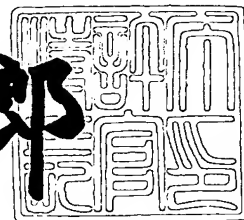
出 願 人  
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042344

【書類名】 特許願

【整理番号】 H102271801

【提出日】 平成14年10月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60C 23/06  
G01D 3/028

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
株式会社 本田技術研究所内

【氏名】 金 圭勇

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台143番地  
株式会社ピーエスジー内

【氏名】 矢野 修

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空気圧低下の検知装置およびこれを用いて行われるセンサの補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の走行方向についてのパラメータを検出する走行方向検出センサと、車輪の回転速度を検出する回転速度センサと、前記走行方向検出センサおよび前記回転速度センサの出力に基づいて前記車輪の空気圧低下を検知する制御装置とを含み、

前記走行方向検出センサを用いて測定した前記パラメータの第一の値と、前記パラメータについて前輪の回転速度差から算出した第二の値と、前記パラメータについて後輪の回転速度差から算出した第三の値とを用い、前記第一の値と前記第二の値との偏差の車速に対する変化率と、前記第一の値と前記第三の値との偏差の車速に対する変化率とを、それぞれ最小二乗法で求め、前記偏差の変化率の少なくとも一方が閾値を越えた場合に空気圧低下と判定するように構成したことを特徴とする空気圧低下の検知装置。

【請求項 2】

前記変化率は、前記回転速度差から算出され、車両が直進走行していることを示す指標を正規化した値と前記偏差との積の移動平均と、そのときの車速との関係を最小二乗法を用いて求めるように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の空気圧低下の検知装置。

【請求項 3】

前記パラメータは、ヨーレート、操舵角度、横方向加速度のいずれか一つであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の空気圧低下の検知装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空気圧低下の検知装置を用い、最小二乗法により求める前記前輪についての前記偏差と前記車速との関係から算出される前記走行方向検出センサのオフセット値と、最小二乗法により求める前記後輪についての前記偏差と前記車速との関係から算出される前記走行方向検出

センサのオフセット値とから前記走行方向検出センサの補正を行うことを特徴とするセンサの補正方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気圧低下の検知装置およびこれを用いて行われるセンサの補正方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

車両を安定して走行させることを目的として、アンチロックブレーキシステムや、タイヤの空気圧が低下したことを検知するシステムなどの種々のシステムが開発されている。これらは、車両の速度やヨーレートなどを検出するセンサを備え、所定の演算を行い、補助的もしくは積極的に車両の挙動を制御するものである。

【 0 0 0 3 】

ここで、空気圧低下を検知するシステムは、各タイヤに空気圧センサを取り付けて空気圧を検出する手法と、空気圧によりタイヤの外径が変化することを利用して回転速度差から空気圧の変化を検出する手法とに大別される。このうち、タイヤの回転速度差から空気圧の変化を検出する手法は、アンチロックブレーキシステムなどのためにタイヤに取り付けられている回転速度センサを利用してシステムを構築できるという利点を有している。

【 0 0 0 4 】

回転速度差に着目して行う検出手法の従来技術としては、車両の左前輪の回転数と右後輪の回転数との和と、右前輪の回転数と左後輪の回転数との和を求め、二つの回転数の和を比較することで、カーブの走行中の左右のタイヤの回転数差や、前後のタイヤ間の回転数差（駆動輪とそれに従属して回転する車輪との違いに起因する回転数の差）を相殺することで検知精度を向上させるものがある（例えば、特許文献 1 参照。）。

【 0 0 0 5 】

さらに、タイヤの回転速度を検出してタイヤの空気圧を検知するにあたり、車両がごく低速状態で走行している場合や、急加速時あるいは急減速時、大きな横加速度を受けているときなど、車両の挙動が過渡状態にあるときは、回転速度差を検知しないように制御ユニットをプログラミングして、誤検知を防止し、信頼性を高めるものもある（例えば、特許文献 2 参照。）。

## 【 0 0 0 6 】

## 【特許文献 1】

特開昭 4 9 - 8 5 7 0 1 号公報

## 【特許文献 2】

特開平 6 - 9 2 1 1 4 号公報

## 【 0 0 0 7 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような空気圧低下の検知装置では、左前輪の回転数と右後輪の回転数との和と、右前輪の回転数と左後輪の回転数との和とを比較しているので、同側の二つの車輪（右前輪と右後輪、もしくは左前輪と左後輪）の空気圧が同時に低下した場合には、比較に用いる和は、共に空気圧低下の影響を受けた値となり、計算上、差が生じないことになり、正しい検知を行うことができない。また、一輪の空気圧低下であっても、もっと高精度に検知したいという要望がある。

## 【 0 0 0 8 】

さらに、車両の運動安定性を計測するセンサは、取り付け時にかかるトルクや経時変化、温度変化などの影響を受けて計測値がオフセット値を有することがある。前記したようなシステムを利用して車両の走行安定性を確保するためにはセンサが常に正しい値を出力することが不可欠であるので、必要に応じてセンサを補正してオフセット値がなくなるようにすることが望ましい。

## 【 0 0 0 9 】

したがって、本発明は、このような課題を解決して、車両の空気圧低下の検知を高い信頼性を持って実現することを目的とする。また、車両の空気圧低下の検知を利用して所定のセンサの補正が行えるようにすることである。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決する本発明の請求項 1 にかかる発明は、車両の走行方向についてのパラメータを検出する走行方向検出センサと、車輪の回転速度を検出する回転速度センサと、走行方向検出センサおよび回転速度センサの出力に基づいて車輪の空気圧低下を検知する制御装置とを含み、走行方向検出センサを用いて測定したパラメータの第一の値と、パラメータについて前輪の回転速度差から算出した第二の値と、パラメータについて後輪の回転速度差から算出した第三の値とを用い、第一の値と第二の値との偏差の車速に対する変化率と、第一の値と第三の値との偏差の車速に対する変化率とを、それぞれ最小二乗法で求め、偏差の変化率の少なくとも一方が閾値を越えた場合に空気圧低下と判定するように構成した空気圧低下の検知装置とした。

## 【 0 0 1 1 】

このような空気圧低下の検知装置は、車両の走行方向についてのパラメータの実測値（第一の値）と、そのパラメータについて前輪もしくは後輪の回転速度差から算出した算出値（第二の値、第三の値）とを比較することで、算出に用いた車輪の空気圧低下の検知を行うものである。前輪については、第一の値と第二の値の偏差と、その偏差が得られたときの車速とを一組のデータとし、このようなデータを複数取得して最小二乗法を用いて、前記偏差の車速に対する変化率を求める。後輪については同様にして最小二乗法を用いて、第一の値と第三の値との偏差の車速に対する変化率を求める。このようにして求めた偏差の変化率は、その車輪の回転速度差の挙動を示すものであるので、その値が閾値を越えた場合には空気圧が低下したと判定する。実測値を比較対象として前輪の空気圧低下の検知と、後輪の空気圧低下の検知とを独立に行うことができるので、一輪のみの空気圧低下の検知をすることもできるし、同側の二輪の空気圧低下の検知を同時にすることも可能である。

## 【 0 0 1 2 】

請求項 2 にかかる発明は、請求項 1 に記載の空気圧低下の検知装置において、変化率は、回転速度差から算出され、車両が直進走行していることを示す指標を

正規化した値と偏差との積の移動平均と、そのときの車速との関係を最小二乗法を用いて求めるように構成した。

## 【 0 0 1 3 】

この空気圧低下の検知装置は、車両が直進走行していることを示す指標を正規化した値を用いて偏差に重み付けを行い、重み付けを行った偏差を移動平均した結果で判定を行うものである。車両が旋回などしている場合には回転速度差が発生する可能性が高いので、このようなときに算出される偏差は空気圧変化の判定に対する寄与率を低下させるために重み付けを行うと共に、移動平均をとっている。このため、結果的に直進走行している間の空気圧変化に起因する回転速度差に基づいて検知が行われるようになる。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 3 にかかる発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の空気圧低下の検知装置において、パラメータは、ヨーレート、操舵角度、横方向加速度のいずれか一つであることとした。

## 【 0 0 1 5 】

この空気圧低下の検知装置は、ヨーレート、操舵角度、横方向加速度をパラメータとし、このようなパラメータについての実測値と前輪もしくは後輪についての計算値とを比較することで車輪の空気圧を検知する。これらのパラメータは車輪の直進方向からのずれを検知できるものであるので、このような値を用いることで前輪どうし、もしくは後輪どうしの回転速度のアンバランスを知ることができる。そして、そのようなアンバランスは空気圧の低下に起因するものであると考えられるので、前輪もしくは後輪の空気圧低下を検知することができる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 にかかる発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空気圧低下の検知装置を用い、最小二乗法により求める前輪についての偏差と車速との関係から算出される走行方向検出センサのオフセット値と、最小二乗法により求める後輪についての偏差と車速との関係から算出される走行方向検出センサのオフセット値とから走行方向検出センサの補正を行うセンサの補正方法とした。

## 【 0 0 1 7 】



この方法は、車両の走行安定性を確保するために用いられるセンサのうち、走行方向を検出するために用いられるセンサ（走行方向検出センサ）の出力値が実際の値に比べてずれるようなことがある場合に、そのようなずれを補正して、適切な値が得られるようにするものである。なお、空気圧が低下しておらず、走行方向検出センサのずれもない場合は、最小二乗法で得られる偏差と車速の関係は、「車速＝0」で「偏差＝0」となるはずであるが、偏差が所定の値を持つことがある。この値が走行方向検出センサのオフセット値である。

【0018】

【発明の実施の形態】

最初に、図1を参照して本実施形態における空気圧低下の判定について、その概要を説明する。車両は4つの車輪を備え、左前輪T1の回転速度をV1、右前輪T2の回転速度をV2、左後輪T3の回転速度をV3、右後輪T4の回転速度をV4とし、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサS<sub>γ</sub>を備えている。

ここで、1つの車輪の空気圧が低下した場合には、その車輪の径が減少し、その分だけ回転速度が増大する。したがって、前輪（T1およびT2）の回転速度差に起因して発生する前輪のヨーレート（前輪ヨーレート $\gamma_F$ ）と、ヨーレートセンサS<sub>γ</sub>の値とを比較することで前輪T1、T2の空気圧低下を検知する。また、後輪（T3およびT4）の回転速度差に起因して発生する後輪のヨーレート（後輪ヨーレート $\gamma_R$ ）と、ヨーレートセンサS<sub>γ</sub>の値とを比較することで後輪T3、T4の空気圧低下を検知する。このようにすることで、前輪T1、T2の空気圧低下と後輪T3、T4の空気圧低下とを別々に評価することが可能になるので、一輪の空気圧低下の判定に留まらず、同側（車両の右側もしくは左側）の2輪の空気圧低下の判定が可能になる。また、後に詳細を説明するように空気圧低下の検知の過程でヨーレートセンサS<sub>γ</sub>の補正値を算出できるようになっている。

【0019】

空気圧低下の検知装置1の構成について以下に説明する。

空気圧低下の検知装置1は、車体のヨーレートをヨーレートセンサS<sub>γ</sub>で検出し、各車輪T1～T4の回転数を回転速度センサS1～S4で検出し、ECU（

Electronic Control Unit) である制御装置 2 において各種の処理を行って空気圧低下の有無を判定し、かつヨーレートセンサ  $S_Y$  のセンサオフセット値が得られるようになっている。回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$ 、および制御装置 2 は、アンチロックブレーキシステムや、トラクションコントロールなどを行う駆動力制御システムの構成要素を利用し、それらのシステムの ECU に空気圧低下の検知用のプログラムを搭載することにより実現されるが、別個の制御装置を備える構成であっても良い。また、制御装置 2 が空気圧の低下を検知した場合には、判定結果をインストルメントパネル（不図示）などに出力し、運転者に通知する。

## 【 0 0 2 0 】

回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$  は、公知の構成のものが使用できる。例えば、永久磁石と誘導コイルとを備え、車軸と一体になって回転するロータの外周に沿って形成された複数の歯との間で変化する磁束を検知するものがあげられる。ロータの歯は所定のピッチで形成されており、車軸が回転すると突出する歯が車軸の回転速度に応じて周期的に回転速度センサに近接したり、離れたりする。このときに、永久磁石による磁束も同じ周期で変化し、誘導コイルには磁束の変化に直接比例する周期的な電圧が発生する。つまり、回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$  は車軸の回転速度に応じた周波数の電圧信号を出力する。なお、回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$  は、その他のセンサ、例えば、ホール効果を用いたものや、レーザ光を用いたものなどでも良い。

## 【 0 0 2 1 】

制御装置 2 は、CPU や RAM、ROM などをも有し、各種の処理が可能に構成されている。本実施形態の空気圧低下の検知に関連する部分を抽出したブロック図である図 2 に示すように、制御装置 2 は、ヨーレートセンサ  $S_Y$  の出力と、回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$  の出力を取得して、前輪  $T_1$ 、 $T_2$  に関するヨーレートである前輪ヨーレート  $\gamma_F$  と、後輪  $T_3$ 、 $T_4$  に関するヨーレートである後輪ヨーレート  $\gamma_R$  とを算出し、必要な比較を行いながら空気圧低下の有無を判定し、その判定結果を出力するようになっている（以上、空気圧低下の検知という）。また、処理の過程で得られるデータに基づいてヨーレートセンサ  $S_Y$  の補正値を決定する。

## 【 0 0 2 2 】

すなわち、回転速度センサ  $S_1 \sim S_4$  の出力から回転速度算出部 2 1 で前輪  $T_1$ 、 $T_2$  および後輪  $T_3$ 、 $T_4$  の各々の回転速度  $V_1 \sim V_4$  を演算し、車両挙動算出部 2 2 で車両の挙動を示す各種のパラメータ（前輪ヨーレート  $\gamma_F$ 、後輪ヨーレート  $\gamma_R$ 、車速  $V_v$ 、推定舵角  $\delta$ 、および推定横方向加速度  $G$ ）を算出する。車速  $V_v$  は回転速度  $V_1 \sim V_4$  の平均値とする。前輪ヨーレート  $\gamma_F$ 、後輪ヨーレート  $\gamma_R$ 、推定舵角  $\delta$ 、および推定横方向加速度  $G$  は、コンパレータで回転速度  $V_1$  と回転速度  $V_2$  とから前輪車輪速差を求め、回転速度  $V_3$  と回転速度  $V_4$  とから後輪車輪速差を求め、前輪車輪速差と後輪車輪速差とにそれぞれ所定値を乗算するなどして求める。

## 【 0 0 2 3 】

前輪ヨーレート偏差算出部 2 3 は、前輪ヨーレート  $\gamma_F$  とヨーレートセンサ  $S_\gamma$  の測定値とから前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma_F n$  を算出する。前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma_F n$  は、微小な誤差の混入を防止するために、各処理時間ごとのヨーレート偏差を複数回（規定回数  $N_1$ ；例えば 1 秒間に相当する回数）だけ足し合わせた積分値とする。積分値とするのは処理速度やメモリ上の都合であり、一定時間の平均値を用いても良い。

## 【 0 0 2 4 】

後輪ヨーレート偏差算出部 2 4 は、後輪ヨーレート  $\gamma_R$  とヨーレートセンサ  $S_\gamma$  の測定値とから後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma_R n$  を算出する。後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma_R n$  も微小な誤差の混入を防止するために、各処理時間ごとのヨーレート偏差を複数回（規定回数  $N_1$ ；例えば 1 秒間に相当する回数）だけ足し合わせた積分値とする。積分値とするのは前記と同様の理由によるものである。

## 【 0 0 2 5 】

移動平均係数設定部 2 5 は、前記した車両挙動算出部 2 2 で算出されたパラメータである前輪ヨーレート  $\gamma_F$  および後輪ヨーレート  $\gamma_R$  と、推定舵角  $\delta$  と、推定横方向加速度  $G$  と、車速  $V_v$  とから移動平均係数  $W_n$  を設定する。

## 【 0 0 2 6 】

まず、前輪ヨーレート  $\gamma_F$  および後輪ヨーレート  $\gamma_R$  と、推定舵角  $\delta$  と、推定

横方向加速度  $G$  に対しては、各々の値から正規化した数値（正規値、例えば、0～1）が得られるようなマップが用意されており、変換した各正規値を比較して、それらのうちの最小値を移動平均係数  $W_n$  に設定する。例えば、推定舵角  $\delta$  の正規値が「0.2」、横加速度の正規値が「0.1」で、他のパラメータの正規値がすべて「0.3」であった場合には、最小の正規値「0.1」が移動平均係数  $W_n$  になる。一方、最小の正規値が「0.7」であれば、この値が移動平均係数  $W_n$  になる。これらのパラメータは、車両の走行方向を示唆するものであるもので、これらに基づいて定められる移動平均係数  $W_n$  は、その値が大きければ車両が直進して走行する状態に近く、その値が小さければ安定した直進走行からずれた挙動を示す性質を有する。

## 【0027】

さらに、移動平均係数設定部 25 は、速度領域判定部 25a を備え、設定した移動平均係数  $W_n$  と、その設定に用いられたパラメータと同時に算出された車速  $V_v$  とから、車速  $V_v$  に応じた修正を移動平均係数  $W_n$  に加える。この速度領域判定部 25a には、例えば 10 km/h ごとなどの速度の大きさに応じて複数の領域に分割したカウンタが用意されている。車速  $V_v$  に相当する速度領域のカウンタがデータ取得可能な状態であれば、移動平均係数  $W_n$  をそのまま出力する。一方、そのカウンタがデータ取得不可の状態であれば、移動平均係数  $W_n$  の値を「0」にする。このような修正を加えるのは、後に詳細を説明する最小二乗処理において車速  $V_v$  とヨーレート偏差  $\Delta \gamma_F$ 、 $\Delta \gamma_R$  との比などを正確に算出するために、できるだけ広い速度領域にわたってデータを取得できるようにするためである。なお、特定のカウンタについてデータ取得を可能にするか否かの切り替えは、種々の方法をとることができる。例えば、初期状態はすべてのカウンタをデータ取得可能な状態にしておき、一度そのカウンタに相当する速度領域のデータが取得された場合はデータ取得不可な状態に設定し、隣接する速度領域以外の速度領域のデータが取得されたときは、すべてのカウンタをリセットすることがあげられる。このようにすると、簡単な方法で広い速度範囲にわたってデータを取得することが可能になる。

## 【0028】

移動平均算出部 2 6 は、時系列に取得される複数のデータの傾向を捉えることでその状態変化を読み取るための処理の一例としてあげられる移動平均法を用いて、車両が定常的に直進走行しているときのヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$ 、 $\Delta \gamma R n$  の変化の傾向を調べる。具体的には、前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$  と後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R n$  とのそれぞれに、同じタイムスパンで設定した移動平均係数  $W n$  を重み付けの係数として積算し、その積を規定回数  $N 2$ （例えば 2 0 秒に相当する回数）だけ加算した積分値としてヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$ 、 $\Delta \gamma R$  を算出する。本来であれば積分値を積分回数  $n$  で除算して平均値とするべきであるが、処理速度の向上やメモリの節約の観点から本実施形態では積分値のままで処理を行うものとする。

## 【 0 0 2 9 】

この移動平均処理では、ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$ 、 $\Delta \gamma R n$  が大きい値で、移動平均係数  $W n$  が小さいときは積分値は小さくなるし、移動平均係数  $W n$  が大きければ積分値は大きくなる。ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$ 、 $\Delta \gamma R n$  が小さい値で移動平均係数  $W n$  が小さいときは積分値は小さくなり、移動平均係数  $W n$  が大きいときは積分値は比較的大きくなる。つまり、移動平均係数  $W n$  が小さいときは、直進走行していないので、ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$ 、 $\Delta \gamma R n$  に変化があっても、検知の判定にはあまり影響を与えないようにする。反対に、移動平均係数  $W n$  が大きいときは、安定して直進走行している状態に近いので、データの重要性を高めて判定に影響を与えるようにする。ここにおいて、積分値をとることで、移動平均係数  $W n$  が比較的小さい値であっても、長時間持続してヨーレート偏差  $\Delta \gamma F n$ 、 $\Delta \gamma R n$  が所定の値を持ち続ける場合は、判定に影響を与えるようになる。

## 【 0 0 3 0 】

前輪最小二乗処理部 2 7 は、前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$  と、車速  $V v$  との関係が線形であると仮定し、その傾きおよび切片を最小二乗法を用いて算出する。例えば、図 3 に示すように、横軸に車速  $V v$  を、縦軸に前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$  をとった場合には、傾きは、車速  $V v$  に対する前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$  の変化率を示し、縦軸の切片はヨーレートセンサ  $S \gamma$  のオフセット値に相当する。

同様に、後輪最小二乗処理部 2 8 は、後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R$  と、車速  $V v$  とから、その傾きおよび切片を最小二乗法を用いて算出する。例えば、傾きは車速  $V v$  に対する後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R$  の変化率を示し、切片からヨーレートセンサ  $S \gamma$  のオフセット値が得られる。

## 【 0 0 3 1 】

なお、前記の速度領域判定部 2 5 a の処理を図 3 の例を用いて説明すると、車速領域  $R v 1$  のデータ（前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$ ）が取得されたときは、その次のデータが車速領域  $R v 2$  から車速領域  $R v 5$  のいずれかであればこのデータを取得し、車速領域  $R v 1$  のデータが連続した場合には、そのようなデータは最小二乗処理に用いるデータとしては採用されない。そして、速度領域  $R v 3$  から速度領域  $R v 5$  のいずれかのデータが取得されたら、カウンタがリセットされてすべての車速領域のデータの取得が可能になる。なお、図 3 では各車速領域  $R v 1 \sim R v 5$  に複数のデータがプロットされているが、各車速領域  $R v 1 \sim R v 5$  において最大値のデータのみをメモリして、そのようなデータのみを用いて最小二乗処理するようにしても良い。

## 【 0 0 3 2 】

本実施形態では最小二乗法を用いることで、時間の経過に伴って取得される多数のデータにバラツキがあったとしても、ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$ 、 $\Delta \gamma R$  の変化率やオフセット値として精度の高い値を得ることができる。特に、前記したように車速領域で移動平均係数  $W n$  を修正して、データが複数の車速領域に分布するようにしているので、最小二乗法を用いて得られる傾き（ヨーレートの変化率）および切片（ヨーレートセンサ  $S \gamma$  のオフセット値）の信頼性は高い。

## 【 0 0 3 3 】

前輪径比算出部 2 9 は、前輪最小二乗処理部 2 7 から出力される車速  $V v$  に対するヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$  の変化率に所定の車輪速変換係数を乗算して前輪  $T 1$ 、 $T 2$  の径比  $D F$  を算出する。

## 【 0 0 3 4 】

後輪径比算出部 3 0 は、後輪最小二乗処理部 2 8 から出力される車速  $V v$  に対するヨーレート偏差  $\Delta \gamma R$  の変化率に所定の車輪速変換係数を乗算して後輪  $T 3$

，  $T_4$  の径比  $DR$  を算出する。

【 0 0 3 5 】

判定部 3 1 は、径比  $DF$  があらかじめメモリに登録されている閾値  $L_1$  を越えていれば、空気圧低下を示す検知信号を出力する。同様に、径比  $DR$  があらかじめメモリに登録されている閾値  $L_2$  を越えていれば、空気圧低下を示す検知信号を出力する。検知信号が出力された場合には、図示しないインストルメントパネルに埋め込まれた警告灯が点灯し、運転者にその旨が通知される。なお、閾値  $L_1$  と閾値  $L_2$  とは異なる値であっても良いし、同じ値であっても良い。

【 0 0 3 6 】

センサ補正部 3 2 は、前輪最小二乗処理部 2 7 で算出したヨーレートセンサ  $S_r$  のオフセット値と、後輪最小二乗処理部 2 8 で算出したヨーレートセンサ  $S_r$  のオフセット値との平均値をとり、この平均値を用いてヨーレートセンサ  $S_r$  の補正值とする。この補正值は、本実施形態の空気圧低下の検知に利用することもできるし、アンチロックブレーキシステムや、他の制御システムで使用するヨーレートセンサ  $S_r$  のデータの補正に利用することもできる。

【 0 0 3 7 】

次に、空気圧低下の検知およびヨーレートセンサ  $S_r$  の補正の処理フローについて図 4 のフローチャートなどを参照しながら説明する。

まず、ステップ  $S101$  で前輪  $T_1$ ， $T_2$  の回転差に起因して発生する前輪ヨーレート  $r_F$  を算出する。この処理は回転速度センサ  $S_1$ ， $S_2$  の出力信号から図 2 の回転速度算出部 2 1 およびコンパレータならびに車両挙動算出部 2 2 により行われる。

ステップ  $S102$  では後輪  $T_3$ ， $T_4$  の回転差に起因して発生する後輪ヨーレート  $r_R$  を算出する。この処理は回転速度センサ  $S_3$ ， $S_4$  の出力信号から図 2 の回転速度算出部 2 1 およびコンパレータならびに車両挙動算出部 2 2 により行われる。

【 0 0 3 8 】

ステップ  $S103$  では、ヨーレートセンサ  $S_r$  の値と前輪ヨーレート  $r_F$  の値との偏差を算出し、算出される前輪ヨーレート偏差  $\Delta r_{Fi}$  をメモリされている

前回値にステップ S 104 で加算して、積分値である前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F_n$  を算出する。

同様に、ステップ S 105 でヨーレートセンサ  $S \gamma$  の値と後輪ヨーレート  $\gamma R$  の値との偏差を算出し、算出される後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R_i$  をメモリされている前回値にステップ S 106 で加算して、積分値である後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F_n$  を算出する。

#### 【0039】

ここで、前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F_i$ 、および後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R_i$  のそれぞれの算出回数  $i$  が規定回数 1 を越えるまではステップ S 107 からステップ S 108 に進んで算出回数  $i$  を 1 つインクリメントしてから処理を終了する。そして、所定の処理時間間隔（例えば、10ms）ごとにステップ S 101 からの処理がステップ S 107 の条件式が満たされるまで繰り返される。

ステップ S 107 の規定回数  $N_1$  とは、前記の処理時間間隔の積算値が 1 から数秒になるような回数（例えば、10ms の処理時間間隔で行われる処理が 1 秒に相当する回数は 100 回）で、規定回数  $N_1$  を越えた場合には、ステップ S 109 に進む。

#### 【0040】

ステップ S 109 では規定時間の間の平均車速（以下、車速  $V_v$  とする）を算出する。規定時間とは、規定回数  $N_1$  と処理時間間隔とを掛け合わせた時間である。車速  $V_v$  とは、前輪  $T_1$ 、 $T_2$ 、および後輪  $T_3$ 、 $T_4$  のそれぞれの車輪速度  $V_1 \sim V_4$  の平均値を用いることができる。なお、車速  $V_v$  は車速センサの値を用いるなど、その他の手法で取得した値を用いても良い。

#### 【0041】

ステップ S 110 では算出した車速  $V_v$  で車速領域を検索し、その車速領域が書き込み不可であれば、ステップ S 111 からステップ S 112 に進み、ステップ S 112 で移動平均係数  $W_n$  を「0」にする。一方、ステップ S 110 でカウンタが書き込み可能であれば、ステップ S 113 に進んでカウンタに規定値を書き込んで、以降はカウンタがリセットされるまでその速度領域を書き込み不可にする。ここでのカウンタと速度領域ならびに書き込み可否の制御は、前記のもの



を用いることができる。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 1 2、もしくはステップ S 1 1 3 を経た後の処理であるステップ S 1 1 4 では移動平均係数  $W_n$  の値を調べ、「0」以外の値であればステップ S 1 1 5 に進んで移動平均処理を行う。一方、移動平均係数  $W_n$  が「0」であれば、ステップ S 1 1 6 で、積分値である前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F_n$  および後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R_n$  のそれぞれの値と、算出回数  $i$  をクリアして処理を終了する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 1 5 の移動平均処理は、前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F_n$  および後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R_n$  のそれぞれに移動平均係数  $W_n$  を乗算し、それぞれの積を前回値に加算するもので、ステップ S 1 1 7 に示す条件式を満たすまで、つまり移動平均回数  $n$  が規定回数  $N_2$  を越えるまで行われる。規定回数  $N_2$  を越えるまでは、ステップ S 1 1 7 からステップ S 1 1 8 に進んで移動平均回数  $n$  を 1 つインクリメントして、ここでの処理を終了する。

【 0 0 4 4 】

移動平均回数  $n$  が規定回数  $N_2$  を越えたら（ステップ S 1 1 7 で Y E S）、最小二乗法を用いて処理を行い、ステップ S 1 1 9 として車速  $V_v$  に対する前輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma F$  の変化率から径比  $D F$  を算出し、車速  $V_v$  に対する後輪ヨーレート偏差  $\Delta \gamma R$  の変化率から径比  $D R$  を算出する。そして前輪  $T_1$ 、 $T_2$  についての最小二乗処理時に得られるヨーレートセンサ  $S_\gamma$  のオフセット値と、後輪  $T_3$ 、 $T_4$  についての最小二乗処理時に得られるヨーレートセンサ  $S_\gamma$  のオフセット値との平均をとって補正値を算出し（ステップ S 1 2 0）、ステップ S 1 2 1 でヨーレートセンサ  $S_\gamma$  を補正する。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 2 2 では、径比  $D F$  と閾値  $L_1$ 、径比  $D R$  と閾値  $L_2$  をそれぞれ比較し、径比  $D F$  もしくは径比  $D R$  が閾値  $L_1$  もしくは閾値  $L_2$  よりも大きい場合は、空気圧低下と判定してステップ S 1 2 3 で警報を点灯させる。一方、径比  $D F$  および径比  $D R$  が共に閾値  $L_1$  および閾値  $L_2$  に満たない場合は、ここでの

処理を終了する。

【0046】

以降は、処理時間間隔が経過した後に再びステップS101から処理を開始し、規定回数N1だけヨーレート偏差 $\Delta \gamma F_i$ 、 $\Delta \gamma R_i$ を積分し、移動平均処理を行う。このときには移動平均回数nが規定回数N2を越えているので、新たに算出されたヨーレート偏差 $\Delta \gamma F_n$ 、 $\Delta \gamma R_n$ と前回のヨーレート偏差 $\Delta \gamma F_n$ 、 $\Delta \gamma R_n$ とから新たに径比DF、DRの算出やオフセット値の算出が行われる。そして、径比DF、DRから空気圧低下が検知され、オフセット値からヨーレートセンサS $\gamma$ の補正が行われる。

【0047】

このように、本実施形態の空気圧低下の検知装置によれば、ヨーレートセンサS $\gamma$ の測定値と前輪T1、T2に発生する前輪ヨーレート $\gamma F$ の計算値とを比較すること、およびヨーレートセンサS $\gamma$ の測定値と後輪T3、T4に発生する後輪ヨーレート $\gamma R$ の計算値とを比較することで、車輪の空気圧が低下したことを検知することができる。このようにして行われる空気圧低下は、四輪のうちのどれか一輪であっても検知できるし、前輪T1、T2の一方と、後輪T3、T4の一方とがそれぞれ空気圧低下している場合であっても検知することができる。さらに、同側（前輪T1と後輪T3、もしくは前輪T2と後輪T4）が同時に空気圧低下していた場合であっても検知が可能である。ここで、最小二乗法を用いることでヨーレートセンサS $\gamma$ の値が零点ドリフトなどしていても、そのような影響を除外した正確な検知が可能になっている。また、空気圧検知と同時にヨーレートセンサS $\gamma$ の補正を行うことができる。このような観点からは本実施形態の空気圧低下の検知装置1は、ヨーレートセンサS $\gamma$ の補正装置であるとも言える。

【0048】

なお、本発明は前記の実施形態に限定されずに広く応用することができる。

例えば、前記の実施形態では車両の走行方向のパラメータとしてヨーレートを採用し、ヨーレートセンサS $\gamma$ を備え、回転速度V1～V4から算出した前輪ヨーレート $\gamma F$ 、もしくは後輪ヨーレート $\gamma R$ とから偏差を算出するとしたが、パ

ラメータとして、操舵角度を採用しても良い。この場合は、図 1 に示すような操舵角度センサ  $S_{\delta}$  で操作角度を実測し、実測値と、回転速度  $V_1 \sim V_4$  から算出する前輪  $T_1, T_2$  についての推定舵角  $\delta$  との偏差、もしくは後輪  $T_3, T_4$  についての推定舵角  $\delta$  との偏差をとる。または、パラメータとして横方向加速度を採用し、横方向加速度センサ  $S_G$  の実測値と、前輪  $T_1, T_2$  における推定横方向加速度  $G$ 、後輪  $T_3, T_4$  における推定横方向加速度  $G$  のそれぞれの偏差をとる。これらの場合であっても車輪の空気圧低下を検知することができるし、操舵角度センサ  $S_{\delta}$  もしくは横方向加速度センサ  $S_G$  の補正を行うことができる。操舵角度センサ  $S_{\delta}$  や横方向加速度センサ  $S_G$  も、ヨーレートセンサ  $S_{\gamma}$  と同様に、取り付け時の加重や零点ドリフトなどにより補正が必要になることがあるが、このような補正により、各センサ  $S_{\gamma}, S_{\delta}, S_G$  の適切な実測値を得ることができる。

## 【 0 0 4 9 】

また、移動平均係数  $W_n$  を決定するための各パラメータを検出できるセンサを備える場合は、各車輪  $T_1 \sim T_4$  の回転速度  $V_1 \sim V_4$  を用いずに各パラメータを特定することも可能である。さらにパラメータとしては、この他に車速や、加速度、エンジントルク、エンジン回転速度、シフトポジションなどを加えても良い。これらのパラメータは、車両の速度が定常状態にあることを確認できるものであるので、走行方向に加えて、加速状態などの挙動も捉えることが可能になる。これらのパラメータは前記したすべてを用いる必要はない。また、走行方向を示唆するパラメータと、加速状態を示唆するパラメータとで別々の移動平均係数を設定し、そのそれぞれを移動平均算出部で径比  $D_n$  の重み付けに用いるようにしても良い。

## 【 0 0 5 0 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、センサ実測値と車輪の回転速度とから算出した算出値とを比較するので、前輪の空気圧検知と、後輪の空気圧検知とを独立に行うことができる。したがって、四輪のうちのどれか一輪が空気圧低下している場合だけでなく前輪の一方と後輪の一方とがそれぞれ同時に空気圧低下している場合も検知可能

である。また、このようにすることで同側二輪の空気圧低下の検知も可能になる。さらに、この際に得られるセンサのオフセット値を用いて、必要に応じてセンサの補正を行うことである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態において空気圧低下の検知装置の構成を示す図である。

【図 2】

制御装置のブロック図である。

【図 3】

本実施形態の最小二乗法処理を説明する図である。

【図 4】

空気圧低下の検知とセンサの補正を行う処理のフローチャートである。

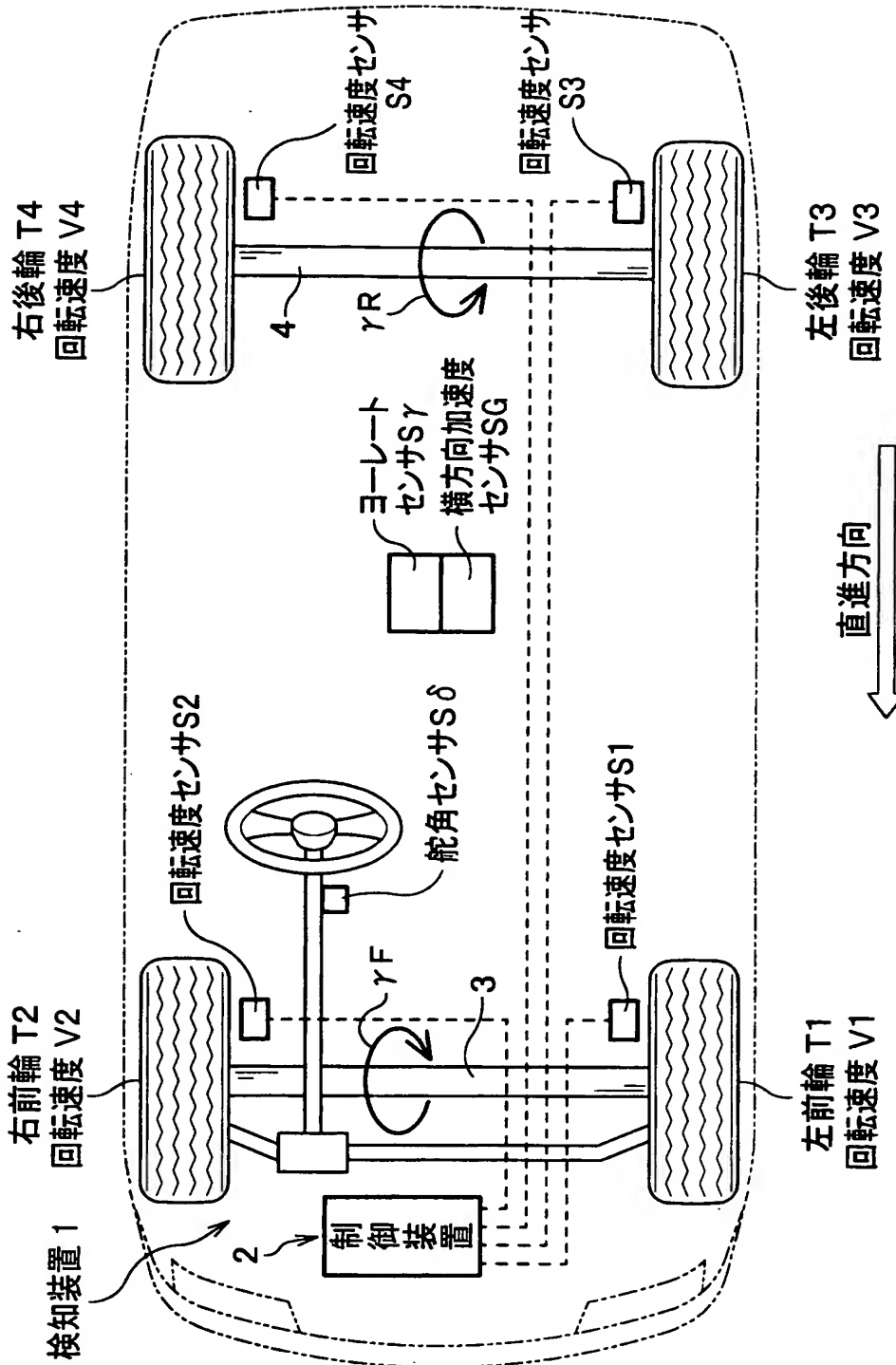
【符号の説明】

- 1 検知装置（空気圧低下の検知装置）
- 2 制御装置
- 2 1 回転速度算出部
- 2 3 前輪ヨーレート偏差算出部
- 2 4 後輪ヨーレート偏差算出部
- 2 5 a 速度領域判定部
- 2 6 移動平均算出部
- 2 7 前輪最小二乗処理部
- 2 8 後輪最小二乗処理部
- 2 9 前輪径比算出部
- 3 0 後輪径比算出部
- 3 1 判定部
- 3 2 センサ補正部
- S 1, S 2, S 3, S 4 回転速度センサ
- S  $\gamma$  ヨーレートセンサ

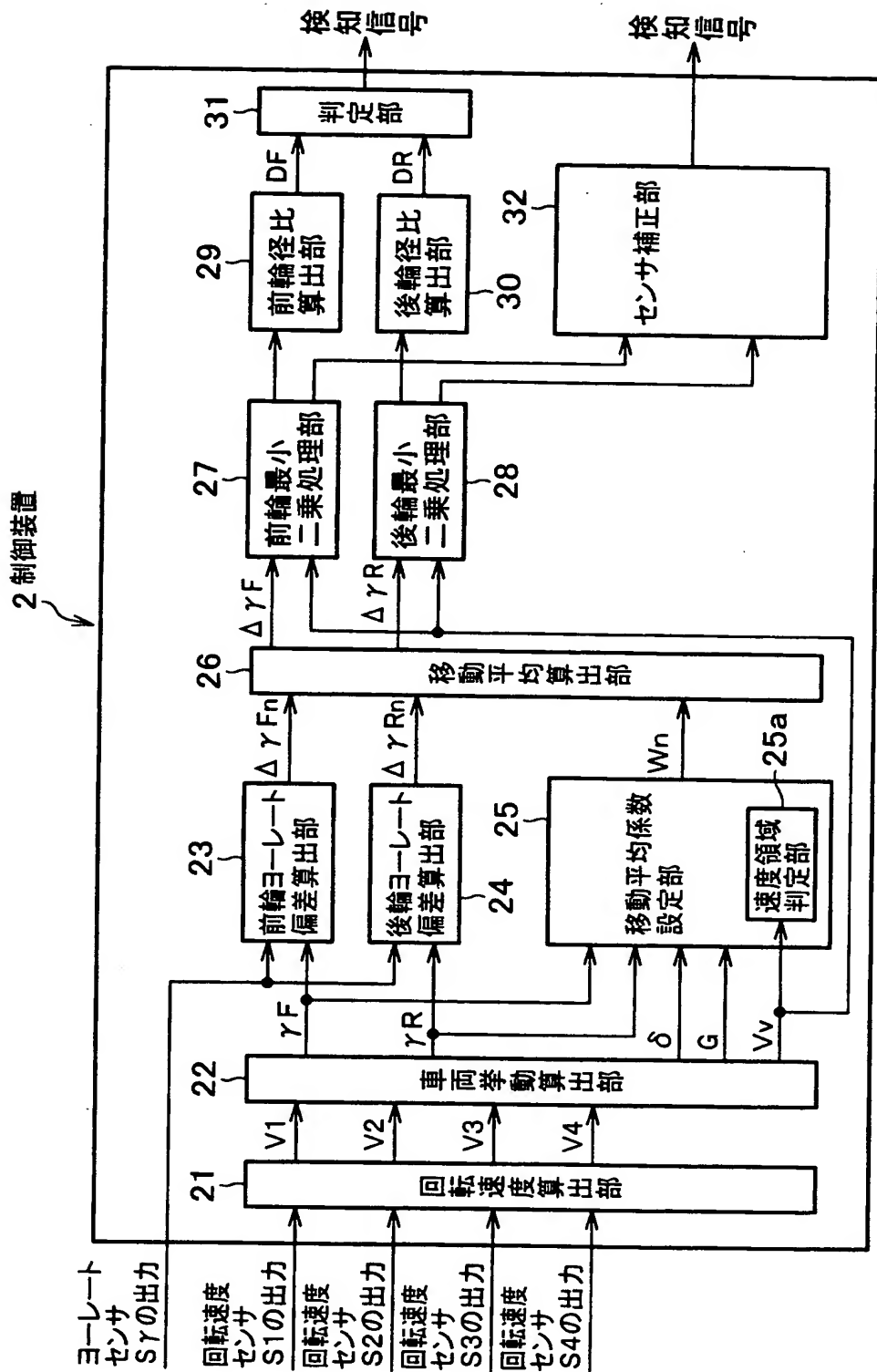
【書類名】

図面

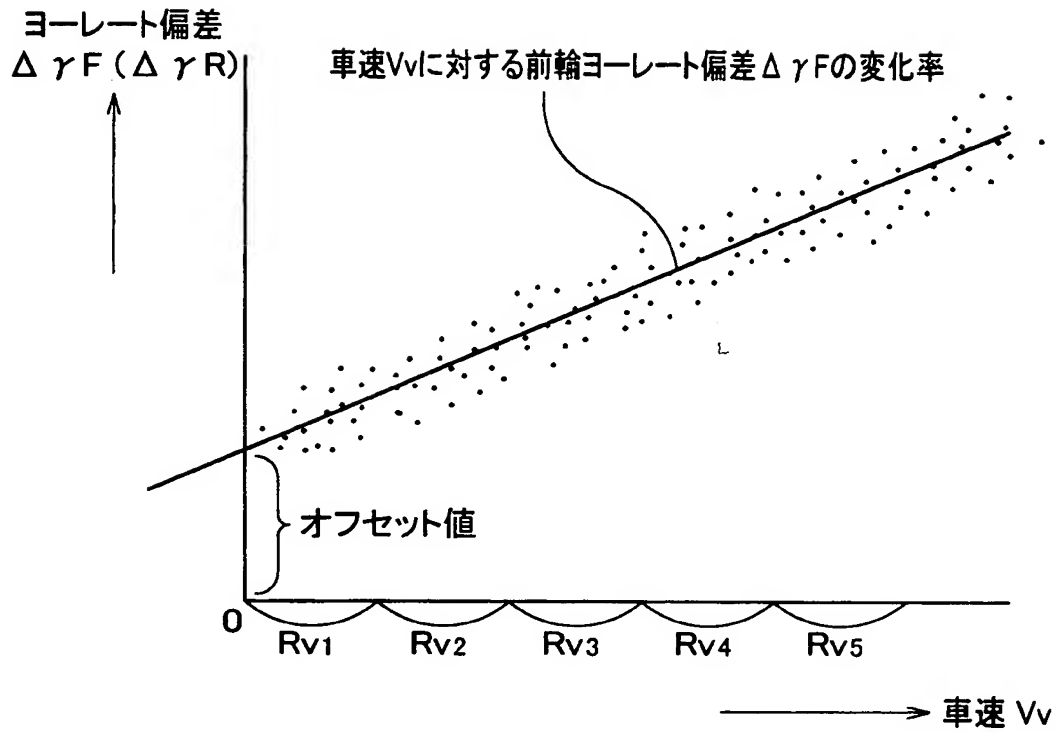
【図 1】



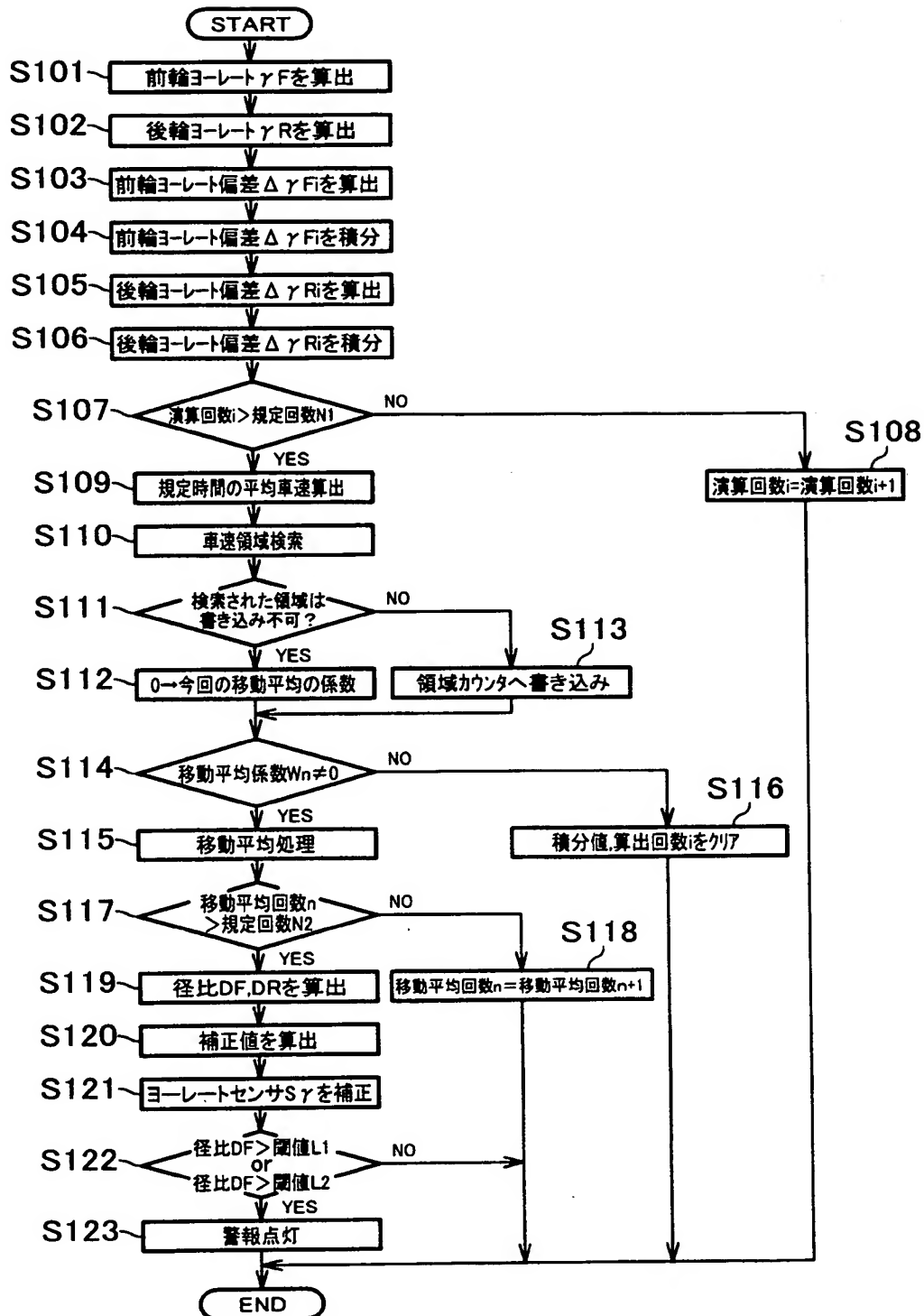
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車輪の空気圧低下を高い信頼性で検知することを目的とする。

【解決手段】 左前輪 T 1 の回転速度 V 1、右前輪 T 2 の回転速度 V 2、左後輪 T 3 の回転速度 V 3、右後輪 T 4 の回転速度 V 4 を回転速度センサ S 1 ～ S 4 で検出し、車両のヨーレートをヨーレートセンサ S  $\gamma$  で検出する。前輪 T 1, T 2 の回転速度差に起因して発生する前輪ヨーレート  $\gamma$  F と、後輪 T 3, T 4 の回転速度差に起因して発生する後輪ヨーレート  $\gamma$  R と、ヨーレートセンサ S  $\gamma$  の値との偏差をそれぞれ算出し、偏差の車速 V v に対する変化率を調べることで空気圧低下を検知する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名 本田技研工業株式会社